104P-16MF12

数据采集与控制卡

版本：A6

@版权 研祥智能科技股份有限公司版权所有

版权所有

为提高产品的可靠性，设计和功能，本文所有信息若有变更，恕不提前通知，本文信息也不作为厂商的任何承诺。

任何情况下，包括已警告的各种损坏的可能性，厂商均不负责直接的，非直接的，特殊的或偶然的因不正当使用本产品或文件所造成的损失。

本文包含受版权保护的信息，版权所有。未经厂商书面同意，不得以机械的，电子的或其它任何方式进行复制。

安全使用小常识

1. 产品使用前，务必仔细阅读产品说明书；
2. 对未准备安装的板卡，应将其保存在防静电保护袋中；
3. 在从防静电保护袋中拿出板卡前，应将手先置于接地金属物体上一会儿（比如 10 秒钟），以释放身体及手中的静电；
4. 在拿板卡时，需佩戴静电保护手套，并且应该养成只触及其边缘部分的习惯；
5. 为避免人体被电击或产品被损坏，在每次对主板、板卡进行拔插或重新配置时，须先关闭交流电源或将交流电源线从电源插座中拔掉；
6. 在需对板卡或整机进行搬动前，务必先将交流电源线从电源插座中拔掉；
7. 对整机产品，需增加 / 减少板卡时，务必先拔掉交流电源；
8. 当您需连接或拔除任何设备前，须确定所有的电源线事先已被拔掉；
9. 为避免频繁开关机对产品造成不必要的损伤，关机后，应至少等待 30 秒后再开机。

目录

第一章　产品介绍......1

1.1 简介......1

1.2 规格......2

1.3 特性......3

第二章 安装与测试......4

2.1 初始检查......4

2.2 产品硬件描述......5

2.2.1 可调电位器功能......6

2.2.2 旋转开关 S1 设置......6

2.2.3 LED 指示灯功能......6

2.2.4 输入输出接口设置......7

2.3 软件安装步骤......9

2.3.1 Windows 系列操作系统下软件安装......9

2.3.2 Linux 下软件安装......12

2.4 功能测试......15

2.4.1 模拟输入功能测试......16

2.4.2 模拟输出功能测试......16

2.4.3 数字量输入功能测试......17

2.4.4 数字量输出功能测试......17

2.4.5 计数器功能测试......18

第三章 信号连接......19

3.1 模拟输入信号(A/D)的连接......19

3.2 模拟输出信号(D/A)的连接......22

3.3 数字输入输出信号的连接......23

3.4 触发源的连接......24

3.4.1 内部触发源连接......24

3.4.2 外部触发源连接......24

第四章 软件概述......25

4.1 开发方式......25

4.1.1 用户库级开发......25

4.1.2 寄存器级开发......25

4.2 例程及用户库介绍 25
4.2.1 例程环境 25
4.2.2 用户库介绍 26
附录 104P-16MF12 内部寄存器说明 27
附录 1 寄存器存储地址格式 27
附录 2 寄存器使用说明 34

第一章　产品介绍

1.1 简介

104P-16MF12是一款基于PC104Plus总线的多功能数据采集与控制卡。本卡提供有16路单端/8路差分/混合模拟输入、12位A/D采集通道、1路12位D/A模拟量输出通道、8路TTL数字量输入、8路TTL数字量输出以及1个可编程定时/计数器82C54。

104P-16MF12完全符合PC104Plus V2.0标准。

104P-16MF12对于模拟信号(A/D采集)的输入通道选择、控制及输入电压范围设置,提供了简便的操作。卡上设计有自动通道/增益选择电路，用户可以根据每个通道不同的输入类型，设置其各自不同的增益值(5种)。这种设计保证了高性能数据采集具有所需的多通道和高速采集的性能。卡上还有可存4Kx16bit数据的FIFO存储器(由FPGA实现)，用户可以启用或禁用FIFO缓存器中断请求功能。这使本卡在进行连续快速模拟信号数据采集时提高了数据采集的可靠性。

104P-16MF12有1个可编程软核定时/计数芯片(82C54)。

104P-16MF12提供16路单端/8路差分/混合模拟量输入，8路TTL数字量输入、8路TTL数字量输出，1路12位D/A模拟量输出，1个计数器功能，更能体现本卡在低成本的基础上给用户提供了尽可能多的功能。用户可将其应用于工业环境下的多通道模拟量数据采集、数字IO传输控制和相应的工业自动化及开发与教学环境。

- 104P-16MF12 多功能数据采集控制卡支持 Windows2000、Windows XP 操作系统，以及 Linux2.4(redhat9)版本和 Linux2.6（Fedora core 6）版本操作系统。其软件部分提供驱动程序、动态链接库、各操作系统下的 DEMO 演示程序。

1.2 规格

1. 模拟量输入：

- 通道数：16；
- 分辨率：12bit；
- FIFO 大小：4K x 16bit；
- 最高采样速率：100Ksps；
- 输入电压范围和增益：

增益 ：	1	2	4	8	0.5
单极性：	0～10V	0～5V	0～2.5V	0～1.25V	NA
双极性：	±5V	±2.5V	±1.25V	±0.625V	±10V

- 精度：±0.05%FSR(FULL SCALE RANGE)（注：增益为“1”时）
- 输入阻抗： 2MΩ/5pF；
- 输入过载保护电压：30V；
- ESD 保护：2000V_{DC}；
- 触发模式：软件触发，外部触发，定时器触发；
- 同步信号：

DA_TRG	DA_WR	AD_TRG	AD_SCAN	AD_CONV	TIMEBASE
					√

2. 模拟量输出：

- 通道数： 1；
- 分辨率： 12bit；
- 精度： 0.05%FSR(FULL SCALE RANGE)
- 输出阻抗： 0.81Ω；
- 驱动能力： 3mA；
- 建立时间（由 0 变到满量程）：26us；
- 参考源：内部 －5V or －10V；外部 －10V～+10V；

3. TTL 数字量输入：

- 通道数： 8；
- 输入电平： 高电平：2～5V_{DC}；低电平：0～0.8V_{DC}；

4. TTL 数字量输出：

- 通道数： 8；
- 输出电平： 高电平：2.4～5V_{DC}；低电平：0～0.4V_{DC}；

5. 可编程定时/计数器：

- 通道数： 1；
- 输入电平：

  时钟输入： 高电平：2～5V_{DC}；低电平：0～0.8V_{DC}；

  门控输入： 高电平：2～5V_{DC}；低电平：0～0.8V_{DC}；
- 输出电平：

  计数器输出：高电平：2.4～5V_{DC}；

  低电平：0～0.4V_{DC}；
- 分辨率： 16bit；
- 最大输入频率：20MHz；

1.3 特性

- I/O 接口类型： 具有 3 个 IDC20（母座）可与 PCLD-8753 端子板配套使用。另外母板上还具有旋转开关，可设置 2 位 Board ID（附加功能）
- 外部尺寸（长×宽）95.89×90.17mm（3.775″×3.550″）
- 功耗： 典型 +5 V @ 200mA；

  最大 +5 V @ 250mA；

  典型 +12 V @ 300mA；

  最大 +12 V @ 350mA；
- 工作温度：0～+60℃；
- 储存温度：-20～+70℃；
- 相对湿度： 工作 5 ～ 85%RH，无凝结

  存储 5 ～ 95%RH，无凝结

第二章 安装与测试

这一章主要给用户介绍如何拆封和检查本产品。详细介绍如何安装本卡到用户设备上及加载本产品的Windows和linux驱动程序。

2.1 初始检查

当您收到本产品 104P-16MF12 后，首先拆开其封装，检查本产品包含有以下项目：

- 104P-16MF12 板卡
- 104P-16MF12 用户使用手册
- 驱动程序光盘
- 防静电手套一只
- PCLD-8753 端子板(可选)

104P-16MF12 卡上包含一些对静电(ESD)敏感的元件。在使用过程中请注意采取一些静电保护措施，否则静电将对本产品上的一些集成电路或元件造成损坏。

在拆开本产品封装后，用手接触本卡前，注意先采用了以下措施：

1、 触摸与大地相连的金属物品，将累积在人体上的静电释放。

2、 在打开装有卡的防静电包装袋前，将防静电袋同与大地相连的金属物品壳体接触。

3、在将卡取出防静电包装袋时，应戴上防静电手套，用手抓卡金属支架。

打开防静电包装袋后，您首先应该做的是：

检查本产品的外观，看其是否存在损坏。例如缺少元件，元件存在明显的损毁，一旦发现有这种问题，请立刻联系我们的服务部门或在当地的代理。切忌将有问题的卡安装在您的系统上。

此外还请注意以下事项，以确保安装过程顺利完成：

1、避免将本产品与易带静电的物品接触。例如聚苯乙烯泡沫塑料、乙烯基塑料等。

2、注意当用手拿卡时，手只接触金属支架和卡的外边缘，避免接触到板上集成电路或元器件的金属管脚。

2.2 产品硬件描述

本卡的可调电位器、旋转开关、LED指示灯和接口如下图2-2-1所示:

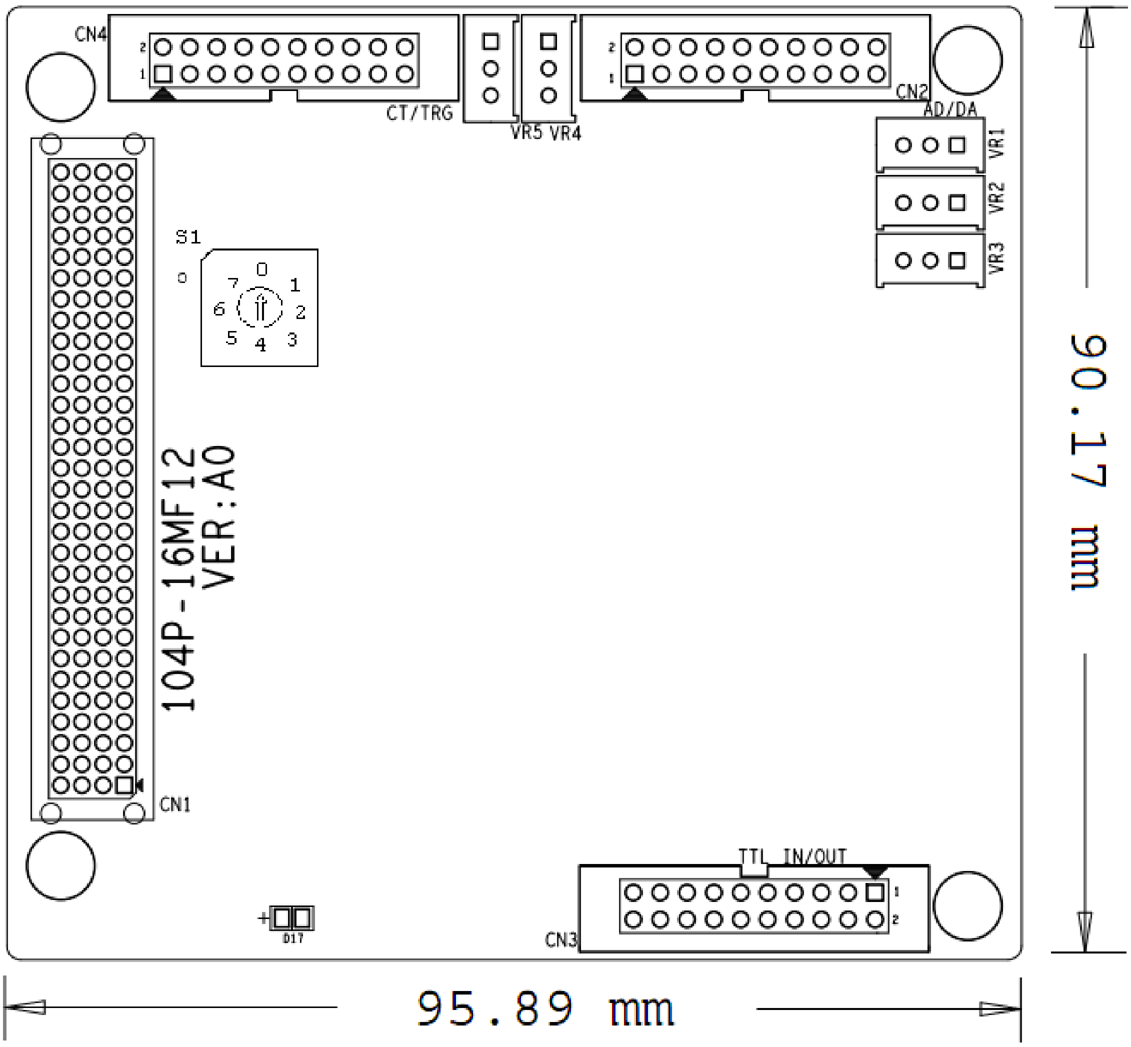


图2-2-1

下面就参照上图，在这里介绍可调电位器、旋转开关、LED指示灯和接口的详细功能描述：

2.2.1 可调电位器功能

可调电位器功能如下表2-2-1所示：

电位器	功能
VR1	PGA 参考电压调节
VR2	A/D 转换零点调节
VR3	A/D 转换增益调节
VR4	D/A 通道(外部电压参考)满量程输出调节
VR5	D/A 通道(内部电压参考)满量程输出调节

表2-2-1

2.2.2 旋转开关 S1 设置

旋转开关位置	CLK	IDSEL	INT
0	CLK0	IDSEL0	INTA
1	CLK1	IDSEL1	INTB
2	CLK2	IDSEL2	INTC
3	CLK3	IDSEL3	INTD

注：104P-16MF12 上的选择开关用来从 PC104Plus 总线上选择合适的 CLK，IDSEL，INT 信号。如果 104P-16MF12 卡插在 PC104Plus 主板上，旋转开关位置必须设置在 0 到 3。一个系统上最多插 4 块同样的卡，并且每块卡上旋转开关的位置不能相同。由于不同型号主板所提供的 PC104Plus 扩展信号各不相同，主板不能识别板卡时，用户需要调整旋转开关以便板卡能够被识别。

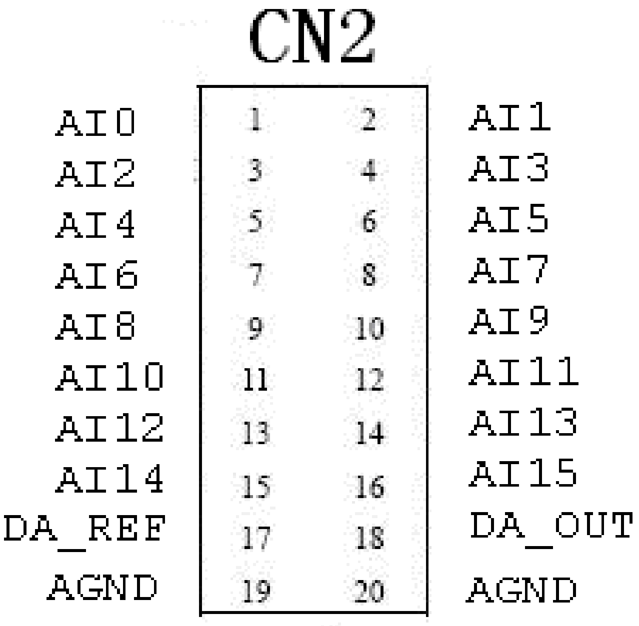
2.2.3 LED 指示灯功能

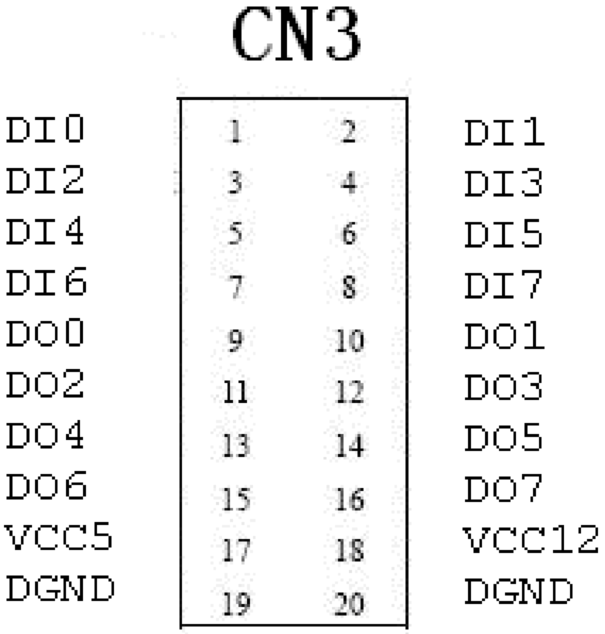
LED指示灯功能如下所示：

DONE: 指示FPGA内部逻辑的自动装载完成，可用于判断FPGA是否处于正常工作状态。

2.2.4 输入输出接口设置

输入输出接口设置如下图2-2-4所示：





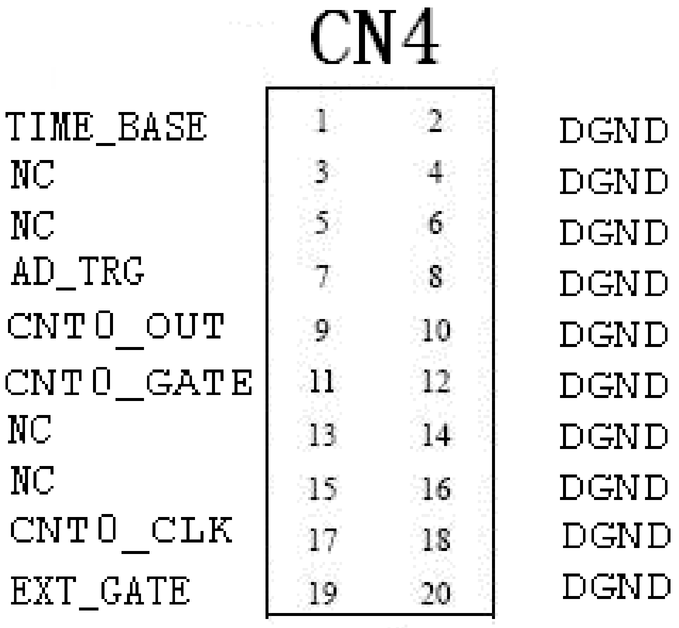


图 2-2-4

AIX：X=0~15　为单端模拟量输入；

DA_REF：为数模转换外部参考电压输入；

DA_OUT：为数模转换输出；

AGND：为模拟地；

DIX：X=0~7 为TTL数字输入；

DGND：为数字信号地；

DOX：X=0~7　为TTL数字输出；

CNT0_CLK：为可编程计数器外部时钟输入，最高20MHz；

CNT0_OUT：为可编程计数器输出；

CNT0_GATE：为可编程计数器外部门控信号输入(高电平有效)；

TIME_BASE：为A/D转换时钟，可被用于与外部设备的同步信号；

EXT_GATE：为A/D转换外部触发信号的门控信号，低电平允许外部触发信号输入，反之则不允许；

AD_TRG：为A/D转换外部触发信号输入(TTL电平)；

VCC5：为内部5V电源输出；

VCC12：为内部12V电源输出；

2.3 软件安装步骤

下图 2-3-1 给出了 104P-16MF12 典型的开发/使用步骤：

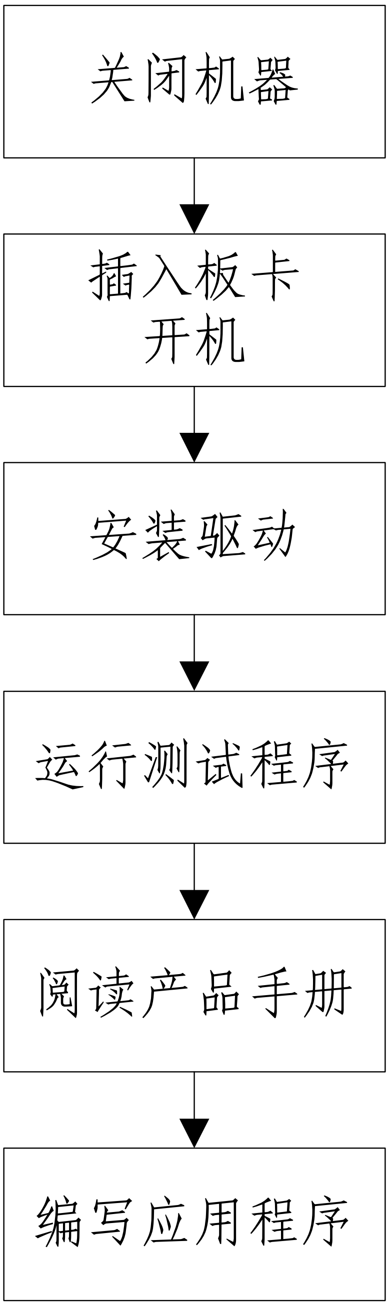


图 2-3-1

2.3.1 Windows 系列操作系统下软件安装

本节介绍如何在 Windows 系列操作系统下，安装 104P-16MF12 卡的驱动程序。

安装步骤

关闭计算机，在 PC104Plus 插槽内插入 104P-16MF12 卡，启动计算机，进入 Windows 操作系统。将安装盘插入光驱，自动运行如下界面，根据安装提示自行进入选择。

如果未自动跳出上边界面！进入光盘目录，参照下图安装引导程序，“Launch. exe”，双击运行即可！

名称	大小	类型	修改时间
Bin		文件夹	2009-1-7 16:49
Documents		文件夹	2009-1-7 16:49
Linux		文件夹	2009-1-7 16:49
Windows		文件夹	2009-2-26 10:45
autorun.inf	1 KB	安装信息	2008-12-30 16:23
Launch.exe	124 KB	应用程序	2004-10-21 17:38
Launch.ini	1 KB	配置设置	2008-12-30 16:23

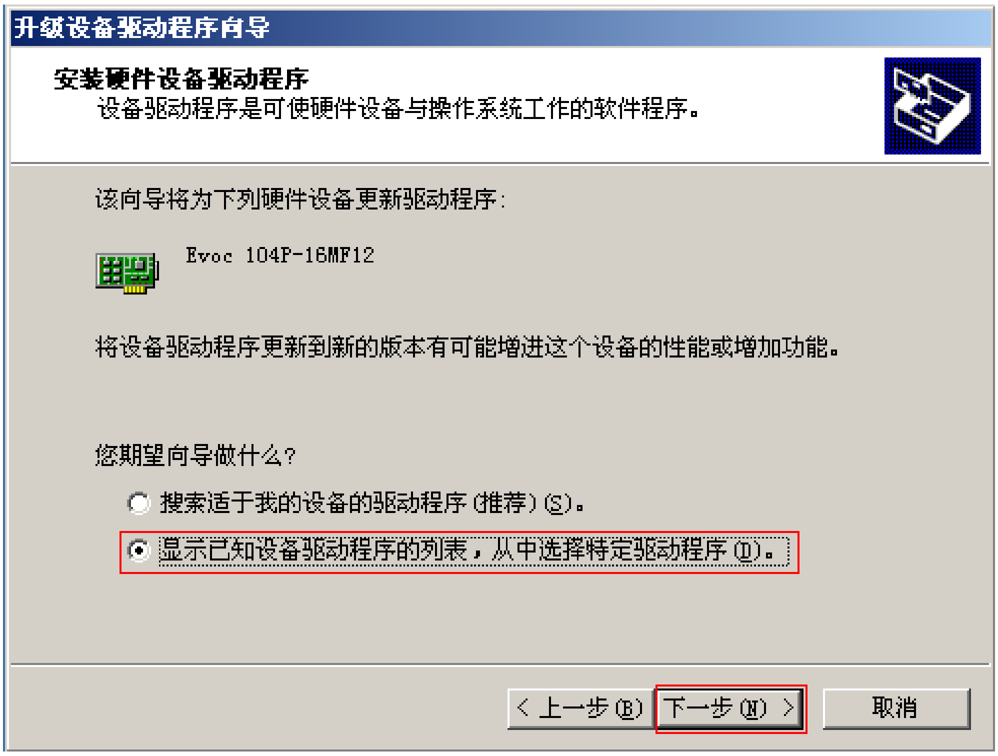
2、选择安装 104P-16MF12 驱动程序，完成后。

3、重新启动系统。

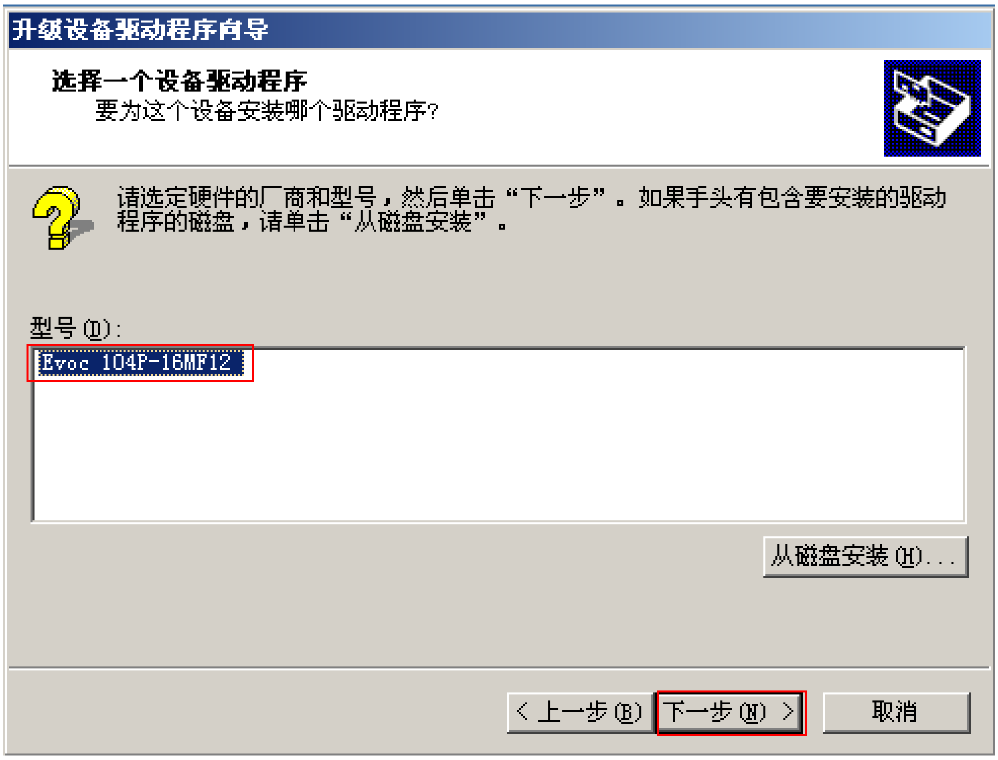
注意：

1：启动后必须安装/Windows/Tools 中的工具 PCITool.exe，以启动对用户的基本支持。

2：如果未能自动安装则可根据实际产品提示进行安装。



选择“下一步”



驱动支持的 Windows 版本：

- Windows2000、WindowsXP

2.3.2 Linux 下软件安装

104P-16MF12支持Linux2.4(RedHat9，内核版本2.4.20)和Linux2.6(Fedora Core6，内核版本2.6.18)，在您使用104P-16MF12前请确认已经获得相应的软件包（104P-16MF12.tar）。

值得说明的是，我们所提供的驱动程序，需要在每次开机后，进行手动加载（104P-16MF12卡已经插入计算机的PC104Plus插槽），虽然您可以通过修改系统脚本等方式实现驱动的自动加载，但是我们并不建议您那样做。

Linux2.6下典型的发行版为Fedaro Core6（内核版本2.6.18），本安装过程仅针对Fedaro Core6，如果您的Linux发行版不是Fedaro Core6，建议您咨询相关人员后再安装。在Linux2.4下104P-16MF12的软硬件安装过程同Linux2.6下区别不大，需要注意的是要确认软件包是针对Linux2.4的（Linux2.4_lib.tar），且驱动程序不需要编译，直接加载驱动模块即可。

在您安装设备及驱动前，请再次确认所获得的产品是否包含如下部分：104P-16MF12 卡、软件包（Linux2.6_lib.tar）、用户手册以及必要的附件，同时还请确认系统内是否有内核源码（Linux2.6 下驱动编译需要内核源码，Linux2.4 下可不提供）。如果齐全，那么就可以开始安装了。

Step1.关机后将 104P-16MF12 卡插入机器的 PC104Plus 插槽上

Step2.开机并以 root 登陆，安装驱动（必须以 root 身份登陆）

首先，创建目录 104P-16MF12，并记录当前路径

```
[root@localhost ~]# mkdir 104P-16MF12
[root@localhost ~]# pwd
/root
[root@localhost ~]
```

其次，切换到/mnt 目录并创建 cdrom 目录（如果存在 cdrom 目录则不需创建）

[root@localhost ~]# cd /mnt

[root@localhost mnt]# mkdir cdrom

然后，将装有软件包的光盘放入光驱内，并挂载它

[root@localhost mnt]# mount /dev/cdrom cdrom

接下来，切换到 104P-16MF12 目录，并将软件包拷贝到当前目录

[root@localhost mnt]# cd /root/104P-16MF12

[root@localhost104P-16MF12]#cp/mnt/cdrom/Linux/PCI/104P-16MF12/104P-16MF12.tar ./

最后，将获得的软件包解压（104P-16MF12.tar）

[root@localhost 104P-16MF12]# tar xvf 104P-16MF12.tar

还要看看软件是否完整

```
[root@localhost 104P-16MF12]# cd 104P-16MF12
[root@localhost 104P-16MF12]# ls
demo    driver    include    lib
[root@localhost 104P-16MF12]# ls driver/104P-16MF12
2.4    2.6
[root@localhost 104P-16MF12]# ls driver/104P-16MF12/2.6
.driverpart.o.cmd  driverpart.o  evoc_driver.c  evoc_driver.h  load.sh
Makefile unload.sh
[root@localhost 104P-16MF12]# ls driver/104P-16MF12/2.4
104P16MF12.o    load.sh    unload.sh
[root@localhost 104P-16MF12]# ls include
evoc_user.h
[root@localhost 104P-16MF12]# ls lib
```

linux2.6_lib   linux2.4_lib

[root@localhost 104P-16MF12]# ls lib/linux2.6_lib

libevocpci.so   libevocpciuser.so

[root@localhost 104P-16MF12]# ls lib/linux2.4_lib

libevocpci.so   libevocpciuser.so

如果软件完整，就可以编译驱动了，驱动程序在104P-16MF12/driver 目录下，编译过程如下：

[root@localhost 104P-16MF12]# cd   driver/104P-16MF12/2.6

[root@localhost 2.6]# make

make -C /lib/modules/2.6.18-1.2798.fc6/build M=/root/104P-16MF12/driver/104P-16MF12/2.6 modules

make[1]: Entering directory `/usr/src/kernels/2.6.18-1.2798.fc6-i586'

CC [M] /root/104P-16MF12/driver/104P-16MF12/2.6/evoc_driver.o

LD [M] /root/104P-16MF12/driver/104P-16MF12/2.6/104P-16MF12.o

Building modules, stage 2.

MODPOST 1 modules

CC /root/104P-16MF12/linux2.6_lib/driver/104P-16MF12.mod.o

LD [M] /root/104P-16MF12/driver/104P-16MF12/2.6/104P-16MF12.ko

make[1]: Leaving directory `/usr/src/kernels/2.6.18-1.2798.fc6-i586'

[root@localhost 2.6]#

编译成功后，直接加载驱动模块即可：

[root@localhost 2.6]# ./load.sh 1

load.sh 为驱动装载脚本，后面的 1 为参数，代表用户所安装卡数量，如您在系统中同时安装了 2 块 104P-16MF12，则相应指令

为./load.sh 2。unload.sh 为卸载脚本，需要卸载驱动时只需切换到linux26/driver 目录，然后执行./unload.sh 即可。编译时，有些内核版本可能提示无法找到 config.h 文件，此时切换到内核源码目录(通常是/usr/src/kernels/xxx)的 include/linux 子目录下，执行

ln –s autoconf.h config.h

然后重新编译即可。

在执行驱动装载脚本时如果出现运行权限不够的提示，请先更改脚本运行权限：

[root@localhost 2.6]# chmod 777 load.sh

[root@localhost 2.6]# chmod 777 unload.sh

驱动安装完后，还需要安装动态库，安装动态库前，切换到lib/linux2.6_lib 目录，然后如下所示：

[root@localhost 2.6]# cd ../../../lib/linux2.6_lib

[root@localhost linux2.6_lib]# ls

libevocpci.so libevocpciuser.so

[root@localhost linux2.6_lib]# cp libevocpci*.so /lib

接下来还需要执行一下 ldconfig 指令

[root@localhost linux2.6_lib]# ldconfig

驱动及动态库安装完毕，接下来切换到 demo/104P-16MF12 下:

[root@localhost linux2.6_lib]# cd ../../demo/104P-16MF12

[root@localhost 104P-16MF12]# ls

demoSync104P16MF12.c evoc_user.h Makefile

[root@localhost 104P-16MF12]# make

make 成功之后就可以对 104P-16MF12 进行测试了。

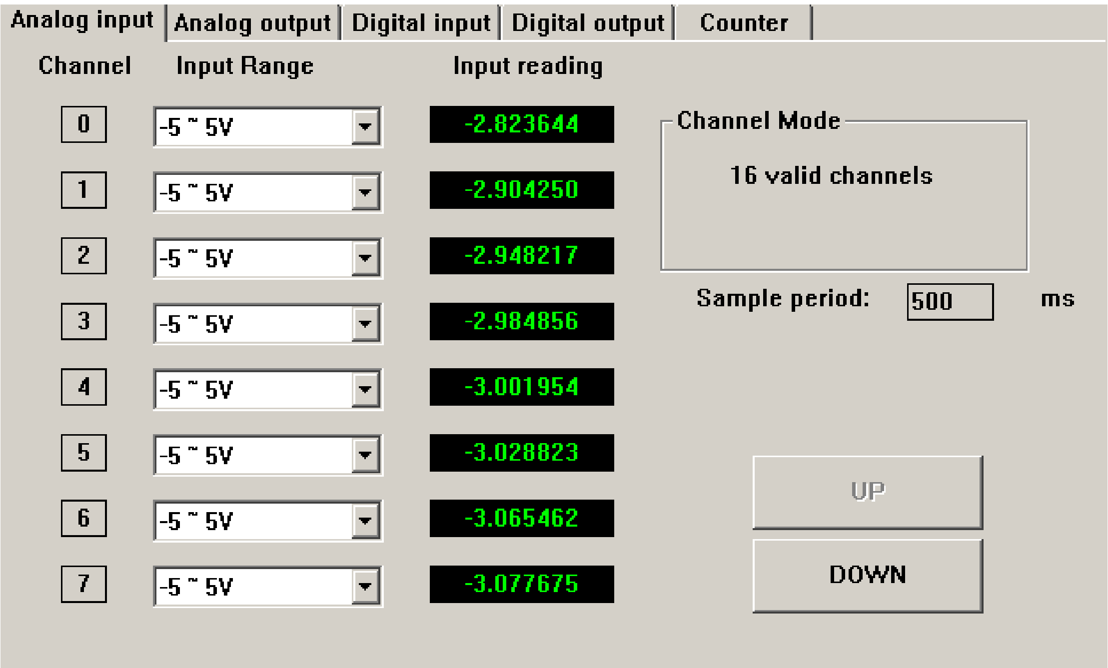
2.4 功能测试

本产品配套光盘中提供产品可用的 DEMO 程序。将本卡和端子板

PCLD-8753 进行相应的连接，配合本卡的 Windows 或 Linux 下(注意:Linux 测试说明在软件说明书中有详细介绍)DEMO 程序就可对本卡进行单端/差分/混合模拟量输入，模拟量输出，数字量输入/输出，计数器功能的完整测试。

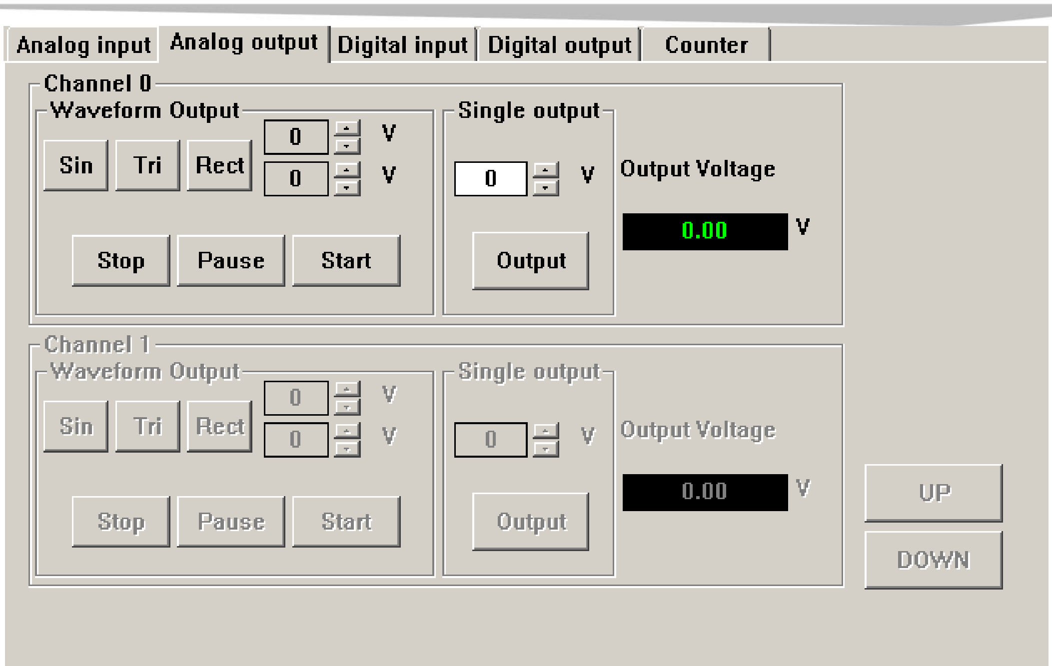
2.4.1 模拟输入功能测试

在测试例程中选择Analog input 标签。在Input range 中为各通道量程选择。通过“UP”和“DOWN”按钮选择通道。



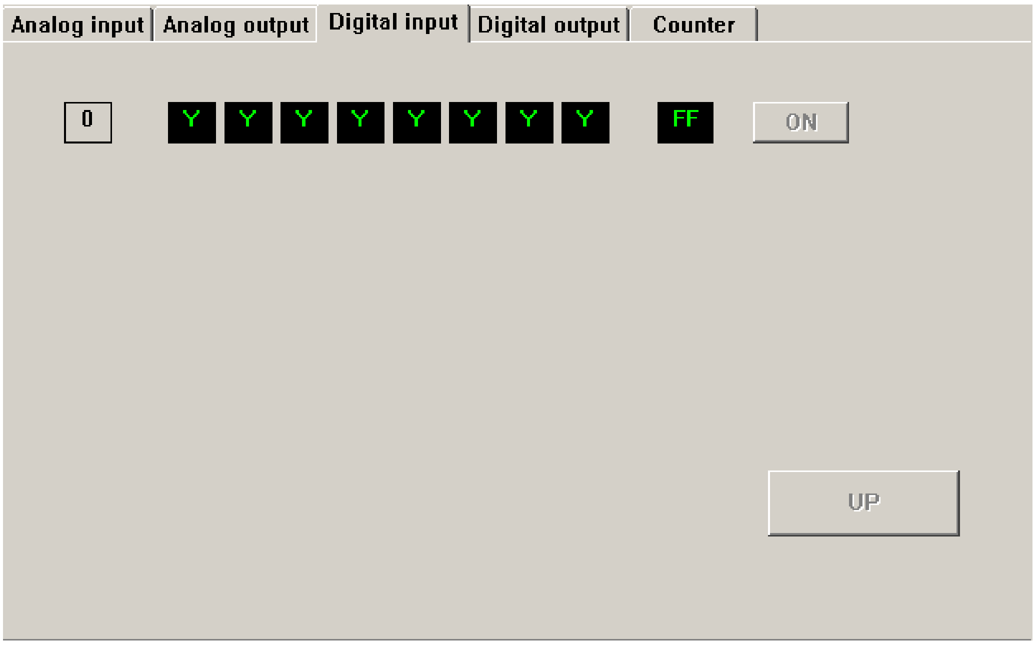
2.4.2 模拟输出功能测试

用户可以根据需要选择自动输出正弦波，方波，三角波；或者手动输出单值。



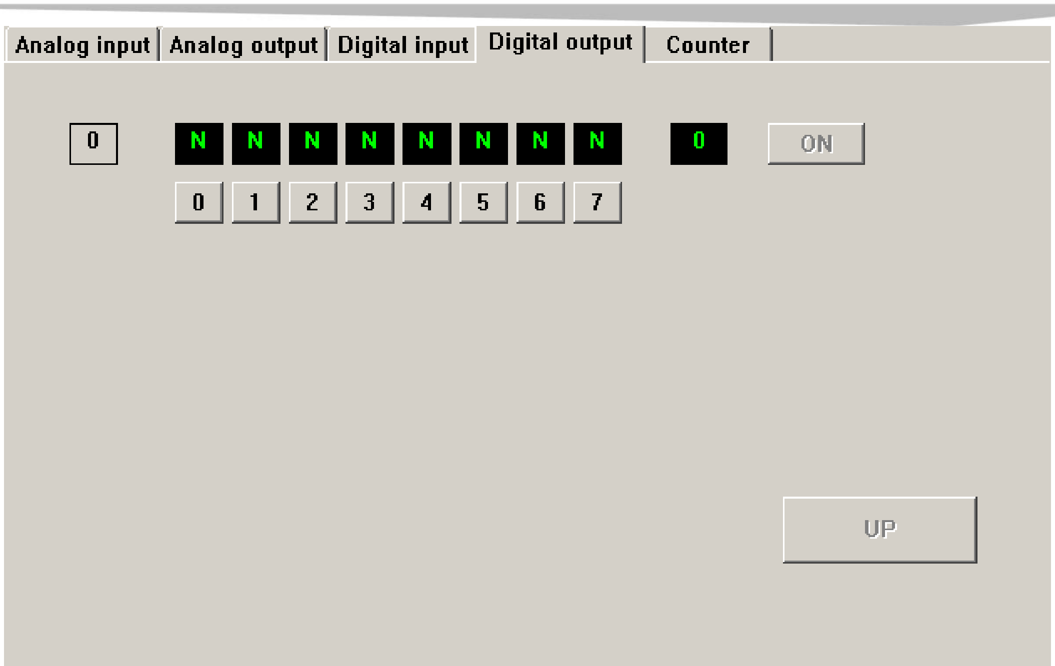
2.4.3 数字量输入功能测试

在测试例程中选择Digital input标签，即可读取当前数字量输入状态。



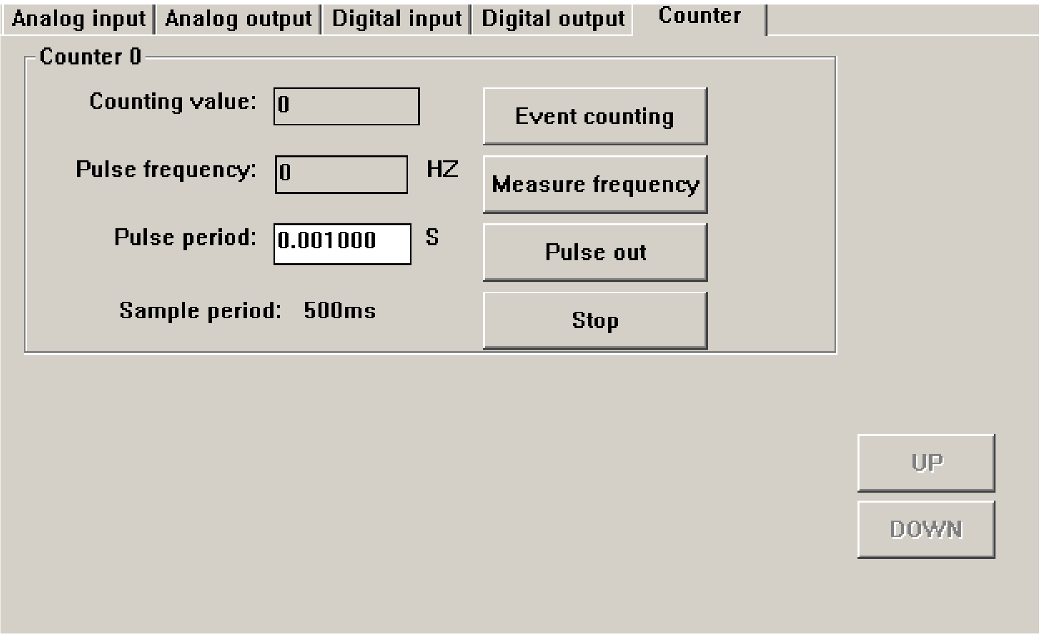
2.4.4 数字量输出功能测试

在测试例程中选择Digital output 标签。通过点按面板中的按钮，即可向对应通道输出期望的数字量。



2.4.5 计数器功能测试

在测试例程中选择Counter 标签。这里提供了事件计数,频率测量和脉冲输出三个功能。



注意：当使用多块PC104Plus板卡时，请使用板上的旋转开关区分。

第三章 信号连接

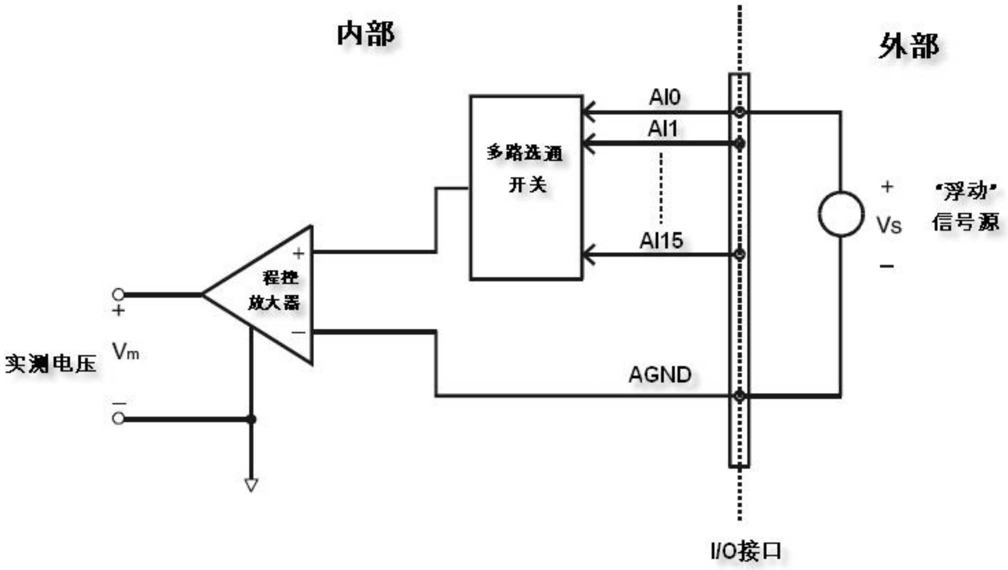
正确的信号连接对于数据采集系统来说是很重要的。一方面它保证了信号传送和接收的准确性；另一方面好的信号连接可以避免对你的系统或外部设备造成不必要的损毁。这一章我们就向您介绍如何正确的进行模拟输入与输出、计数器以及 TTL 数字量输入/输出的连接。

3.1 模拟输入信号(A/D)的连接

104P-16MF12 具有 16 路单端/8 路差分/混合模拟量输入通道。模拟量输入通道复用一套增益控制(PGA)和 AD 处理电路，通过软件控制来选通。104P-16MF12 卡上的所有信号都是通过 3 个 IDC20 接头与外部设备连接的，其信号端口关系见图 2-2-4。通常我们使用与之配套的端子板 PCLD-8753 来进行信号连接。（注意：为了保证您采集到数据的正确性，请将不用的模拟量输入通道接地处理）

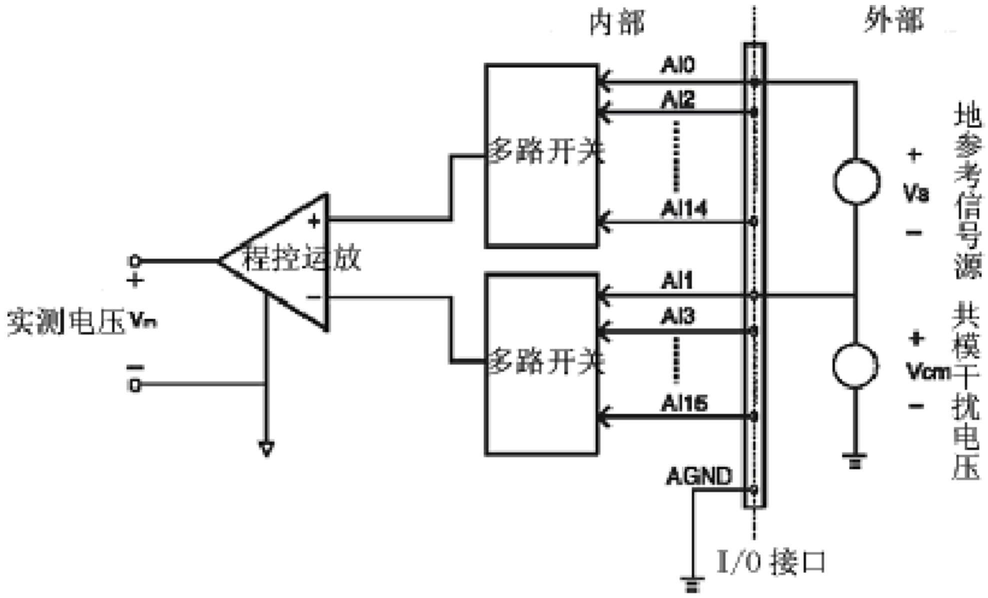
单端接法：

16 路模拟单端输入是指当测量一个单端信号源时只需一根导线就可将信号源连接到输入口上，被测的输入电压(Vm)以公共地为参考点。一个没有“地端”的信号源则被称为“浮动”信号源(Vs)，104P-16MF12 为这一类信号提供了一个参考地(AGND)，因此用户可以很容易的把一个“浮动”信号源和一个单端输入通道(AIx)对应地连接起来。



差分接法：

本卡可以设置成8路差分输入，差分输入需要两根线分别接到两个输入通道上，测量的是两个输入端的电压差。如果信号源没有参考地，则104P-16MF12的地端和信号源的地端之间会存在电压差，这个电压差会随信号源输入到输入端，这就是共模干扰。为了避免干扰，您可以将信号地连接到模拟量输入地。连接方式如下所示：



AD 采集公式：

A/D 采集公式有单极性和双极性之分，以增益为“1”单端输入方式为例：

编码范围	单极性（0～ 10v）	双极性（-5～ 5v）
0～7FF	ConH((Vx-10/2)*(4095/10))	ConH(Vx*(2047/5))
800～FFF	800+ ConH(Vx*(4095/10))	FFF-ConH(|Vx|*(2047/5))

其中 ConH(x)为强制类型转换函数,功能是将十进制数转换成十六进制数；若采用差分方式输入，AD 采集所用公式和单端方式相同。

对于上面的表述可以由下表3-1很直观地表示出来：

模拟输入通道(A/D)的电气特性与指标如下表3-1所示：

<table>
<tr><td>通道</td><td colspan="6">16路</td></tr>
<tr><td>分辨率</td><td colspan="6">12位</td></tr>
<tr><td>FIFO大小</td><td colspan="6">4K</td></tr>
<tr><td>最大采样率</td><td colspan="6">100 Ksps</td></tr>
<tr><td>转换时间</td><td colspan="6">8 μs</td></tr>
<tr><td rowspan="3">输入电压范围</td><td>增益</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>双极性</td><td>± 5V</td><td>± 2.5V</td><td>± 1.25V</td><td>± 0.625V</td><td>±10V</td></tr>
<tr><td>单极性</td><td>0～10V</td><td>0～5V</td><td>0～2.5V</td><td>0～1.25V</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">偏移 (ppm/°C)</td><td>增益</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>零漂</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td></tr>
<tr><td>温漂</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>30</td></tr>
<tr><td rowspan="2">小信号带宽与增益列表</td><td>增益</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td></tr>
<tr><td>带宽 (MHz)</td><td>4.0</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td>0.65</td></tr>
<tr><td>最大输入过压</td><td colspan="6">±15V</td></tr>
<tr><td>输入保护电压</td><td colspan="6">30 Vp-p</td></tr>
<tr><td>输入阻抗</td><td colspan="6">2 MΩ/5pF</td></tr>
<tr><td rowspan="2">精度</td><td rowspan="2">直流特性</td><td colspan="5">积分非线性误差(INL): ± 1 LSB</td></tr>
<tr><td colspan="5">增益误差: 0. 05% FSR (增益为1)</td></tr>
</table>

表 3-1

其中差分接法是将正端 V+接 AIx(x 为偶数)，负端 V-接 AIx(x 为奇数)。

3.2 模拟输出信号(D/A)的连接

104P-16MF12提供有1个D/A转换通道，可以输出1路(DA_OUT)受控模拟信号。用户可以通过软件设置，来为D/A转换通道选用内部参考电压(INT_REF)，或外部参考电压(EXT_REF)来控制模拟输出的电压范围。对于模拟输出通道的信号连接关系如下图3-2所示。其左侧显示的是其内部参考电压选控电路，内部参考电压只能提供-5V/-10V两种基准电压，选择它们则可输出电压范围为5V或10V的模拟信号；其右侧为外部参考电压选控电路、输入连接与模拟电压输出，外部参考电压的输入范围为-10V～+10V，例如一个D/A转换通道的外部参考电压为+7V,则其模拟输出范围为-7V～0V。

D/A 输出电压的计算公式为:Vo=ConD ((-Vref)/4095)其中 ConD 为 D/A 输出十进制码。如参考电压为-10V,ConD 为 1023 (十六进制为 3FF),则 Vo 为 2.4981685V。

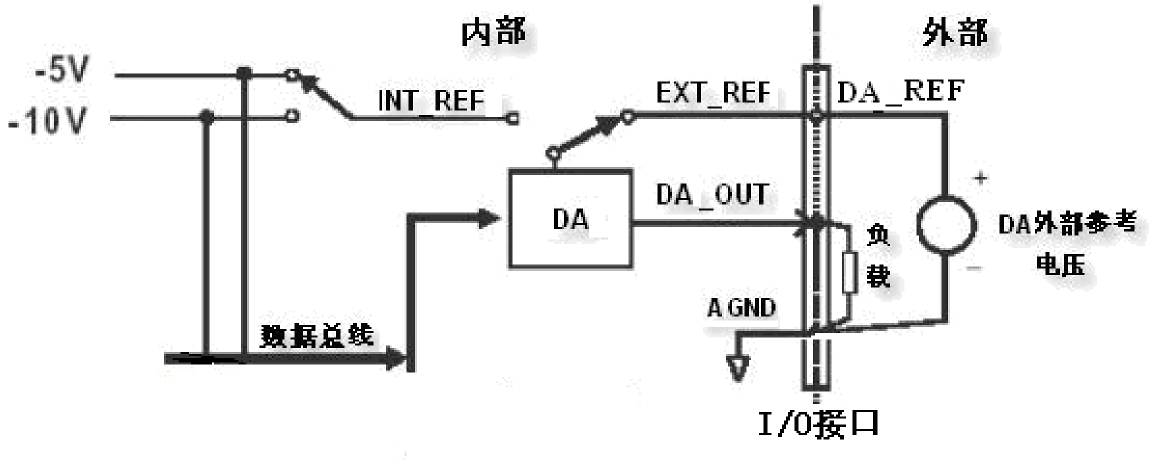


图 3-2

模拟输出通道(D/A)的电气特性与指标如下表 3-2 所示：

<table>
<tr><td>通道</td><td colspan="2">1 路</td></tr>
<tr><td>分辨率</td><td colspan="2">12位</td></tr>
<tr><td rowspan="2">输出电压范围
(内部 & 外部参考电压)</td><td>内部参考电压</td><td>-5 V, -10 V</td></tr>
<tr><td>外部参考电压</td><td>0 ~ +x V@ -x V (-10 ≤ x ≤ 10)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">精度</td><td>相对精度</td><td>1LSB</td></tr>
<tr><td>积分非线性误差</td><td>1LSB</td></tr>
</table>

偏移误差	可调节到零	
压摆率	11V/μs	
驱动能力	3mA	
输出阻抗	<0.81Ω	
建立时间	26 μs	
参考电压范围	内部	-5V or -10V
	外部	-10V ~ +10V

表 3-2

3.3 数字输入输出信号的连接

104P-16MF12具有8位TTL数字输入通道和8位TTL数字输出通道。数字输入输出通道兼容标准的TTL电平。其与外部TTL设备的连接方式如下图3-3所示：

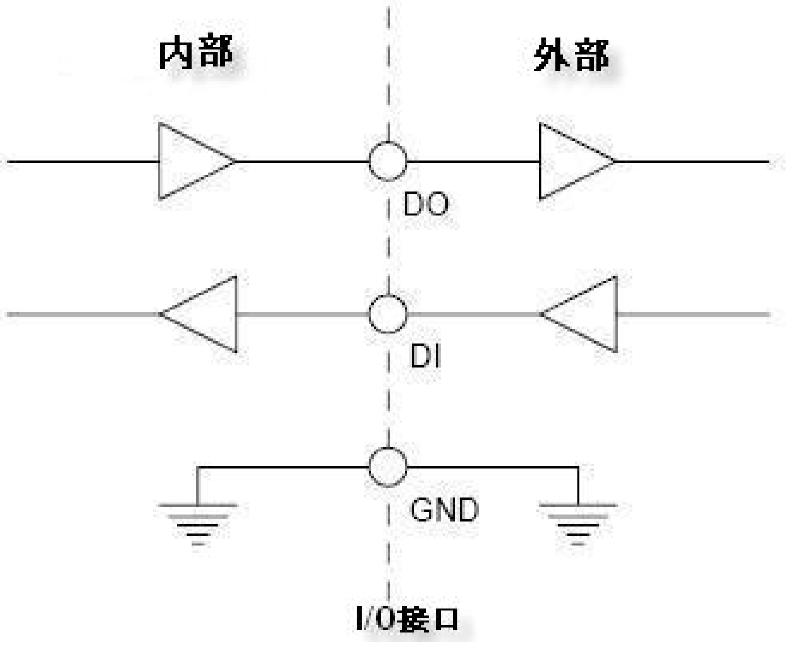


图 3-3

数字输入输出通道的电气特性如下表 3-3 所示：

输入通道	8	
输入电压	低电平	0.8Vmax
	高电平	2.0 Vmin
输出通道	8	
输出电压	低电平	0.4 Vmax
	高电平	2.4 Vmin

表 3-3

3.4 触发源的连接

3.4.1 内部触发源连接

内部触发源包括软件触发和计数器触发(PACER触发)两种,这两种方式只需要用户软件设置,不需要用户手动连接。104P-16MF12带有一个定时器/计数器。本卡板载10M有源晶振，为计数器提供基时钟。其中Counter作为事件记数和脉冲发生用；还有一个定时脉冲触发器，一个上升沿触发一次A/D转换，同时用于外部设备的同步信号。82C54的电器特性如下所示：

可编程定时/计数器(82C54)的电气特性如下表 3-4 所示：

通道	1路	
分辨率	16位	
电平	TTL	
基准时钟	10 MHz	
基准时钟精度	100 ppm	
最大输入频率	20 MHz	
输入电平	高电平(VIH)	2.0 V (min)
	低电平(VIL)	0.8 V (max)

表 3-4

3.4.2 外部触发源连接

104P-16MF12 支持通过外部触发源触发来产生 A/D 转换。当TRG-GATE(见图 2-2-4)信号接 TTL 高电平时允许外部触发，每当EXT-TRG(TTL 电平) (见图 2-2-4)有一个上升沿时就触发一次 A/D 转换；TRG-GATE 信号接低电平时禁止外部触发。

第四章 软件概述

此部分提供了本采集卡的所有软件相关技术信息，更进一步信息请查阅相应操作系统下的软件说明书。

4.1 开发方式

4.1.1 用户库级开发

用户库（windows 下为 dll 动态库, linux 下为 so 动态库）是研祥为您提供的针对研祥采集卡的基本操作函数库，用户库包含了所有对卡的操作方式，详细请查阅相应操作系统下的软件说明书。本卡支持 windows 2000/xp 以及 Linux 2.4/2.6 操作系统，并提供了相应的用户库。

4.1.2 寄存器级开发

使用该方式可参考附录寄存器表。但该方式需要用户详细了解本采集卡结构。因此会加长开发周期。强烈建议用户使用研祥为您提供的用户库进行开发。

4.2 例程及用户库介绍

4.2.1 例程环境

研祥为您提供了以下几种例程以供您参考使用：

Windows:

- **Visual C++**
- **Visual Basic**

□ **C++ Builder**

Linux:

□ C

4.2.2 用户库介绍

提供了研祥采集卡所支持的 API 函数。Windows 与 linux 下的用户库函数名称、参数是一致的。

用户库包含了以下几组：

□ 设备函数组

□ 数字量输入输出函数组

□ 端口操作函数组

□ 模拟量输入输出函数组

□ 事件函数组

□ 其他函数组（仅 **Windows**）

关于详细的操作方式请您查阅相应操作系统下的软件说明书。Windows 下的软件说明书在安装过程中自动安装到系统中，Linux 下软件说明书可以在产品附带的光盘内获得。

附录 104P-16MF12 内部寄存器说明

附录 1 寄存器存储地址格式

基地址 +HEX	可读寄存器							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
	通道数和A/D转换数据							
01H	CH3	CH2	CH1	CH0	AD11	AD10	AD9	AD8
00H	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
	未使用							
03H								
02H								
	未使用							
05H								
04H								
	状态寄存器							
07H				M_EN	IRQ	F/F	F/H	F/E
06H	MS	CNT0	INTS	IRQEN	GATE	EXT	PACER	SW

可读寄存器说明：

寄存器00H、01H：

AD11～AD0　　A/D转换结果

　　AD11 A/D转换数据最高位
　　AD0　A/D转换数据最低位

CH3～CH0　　A/D通道标号(记录是哪个通道的转换数据)
　　CH3　A/D转换通道标号的最高位
　　CH0　A/D转换通道标号的最低位

寄存器02H，03H ，04H，05H：未使用

寄存器06H，07H ：

SW　　：　软件触发使能位(1 允许；0 禁止)
PACER　：　定时触发使能位(1 允许；0 禁止)
EXT　　：　外部触发使能位(1 允许；0 禁止)
GATE　：　外部触发门控功能使能位(1 允许；0 禁止)
IRQEN　：　中断使能位(1 允许；0 禁止)
INTS　：　中断资源位(1当FIFO半满时产生中断；0 A/D转换开始时产生中断)
CNT0　：　计数器0时钟源选择位(1 计数器0采用外部时钟源；0 计数器0采用内部1Mhz时钟源)

注：设置计数器时钟源时需要将寄存器16H测频器使能位禁止。

MS　　：　主卡/从卡设置标志位，在多卡同步时，MS=1，设置为主卡，使能pacer为输出方式；MS=0，设置为从卡，设置pacer为输入方式；如使用外部触发时，也应将此位设置为0
M_EN　：　多卡同步使能；

MS	M_EN
0	0：单卡
0	1：从卡
1	1：主卡

IRQ　　：　中断标志位(1 已经发生中断;0 尚未发生中断)
F/F FIFO：全满标志位(1 表明FIFO已经全满;0 表明FIFO不为全满)
F/H FIFO：半满标志位(1 表明FIFO已经半满;0 表明FIFO不为半满)
F/E FIFO：空标志位(1 表明FIFO为空;0 表明FIFO不为空)

基地址+HEX	可读寄存器							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
	TTL数字量输入							
0FH								
0EH	DI7	DI6	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1	DI0
	Board ID							
11H								
10H							BID1	BID0
	测频器(L)							
17H	MF15	MF14	MF13	MF12	MF11	MF10	MF9	MF8
16H	MF7	MF6	MF5	MF4	MF3	MF2	MF1	MF0

	测频器(L)							
19H	MF31	MF30	MF29	MF28	MF27	MF26	MF25	MF24
18H	MF23	MF22	MF21	MF420	MF19	MF18	MF17	MF16

寄存器0EH，0FH ： DI0～DI7　8位数字量输入
寄存器10H，11H ： Board ID
寄存器16H，17H ： 测频器寄存器（低16位数据）
寄存器18H，19H ： 测频器寄存器（高16位数据）

基地址 +HEX	可读寄存器							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
	计数器数据							
1DH								
1CH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1FH								
1EH								

寄存器1CH，1DH ：寄存器读操作时需要先对寄存器1E，1F进行配置(如对1E，1F写0011XXXX，则表示计数器设置为自动先读低8位，再读高8位)

<table>
<tr><td rowspan="2">基地址
+HEX</td><td colspan="8">可写寄存器</td></tr>
<tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">A/D转换软件触发(字操作)</td></tr>
<tr><td>01H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>00H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">A/D转换通道工作方式和增益设置</td></tr>
<tr><td>03H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>02H</td><td></td><td></td><td>S/D</td><td>B/U</td><td></td><td>G2</td><td>G1</td><td>G0</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">A/D转换起始、结束通道设置</td></tr>
<tr><td>05H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CH3</td><td>CH2</td><td>CH1</td><td>CH0</td></tr>
<tr><td>04H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CH3</td><td>CH2</td><td>CH1</td><td>CH0</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">控制寄存器</td></tr>
<tr><td>07H</td><td></td><td></td><td></td><td>M_EN</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>06H</td><td>MS</td><td>CNT0</td><td>INTS</td><td>IRQEN</td><td>GATE</td><td>EXT</td><td>PACER</td><td>SW</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">软件清除中断和复位FIFO</td></tr>
<tr><td>09H</td><td colspan="8">Clear FIFO</td></tr>
<tr><td>08H</td><td colspan="8">Clear Interrupt</td></tr>
</table>

可写寄存器说明：

寄存器00H,01H:只要有写动作(字操作)，即可启动A/D转换

寄存器02H,03H:

S/D (单端或差分)

0 单端

1 差分

B/U (双极性或单极性)

0 双极性

1 单极性

G0，G1，G2：增益控制位

详细情况如下表：

104P-16MF12					
Gain	Input Range(V)	B/U	Gain Code		
			G2	G1	G0
1	-5 to +5	0		0	0
2	-2.5 to +2.5	0		0	1
4	-1.25 to +1.25	0		1	0
8	-0.625 to +0.625	0		1	1
0.5	-10 to +10	0	1	0	0
1	0 to 10	1		0	0
2	0 to 5	1		0	1
4	0 to 2.5	1		1	0
8	0 to 1.25	1		1	1

寄存器04H，05H：A/D转换起始、结束通道设置
寄存器06H，07H：控制寄存器，各控制位含义详见“可读寄存器”中的寄存器6和7，注：设置计数器时钟源时需要将寄存器16H测频器使能位禁止
寄存器08H,09H：软件清除中断和复位FIFO.其中高字节复位FIFO,低字节清除中断（只要有写动作就可完成清除和复位功能）

基地址 +HEX	可写寄存器							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
	DA输出							
0BH					DA11	DA10	DA9	DA8
0AH	DA7	DA6	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0
	DA参考电压选择							
0DH								
0CH							DAI/E	DA5/10

	TTL数字量输出							
0FH								
0EH	DO7	DO6	DO5	DO4	DO3	DO2	DO1	DO0
	分频器（L）							
13H	DF15	DF14	DF13	DF12	DF11	DF10	DF9	DF8
12H	DF7	DF6	DF5	DF4	DF3	DF2	DF1	DF0
	分频器（H）							
15H	DF31	DF30	DF29	DF28	DF27	DF26	DF25	DF24
14H	DF23	DF22	DF21	DF20	DF19	DF18	DF17	DF16
	测频器控制字							
17H								
16H								DF_EN
	未使用							
19H								
18H								
	计数器数据							
1DH								
1CH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	计数器控制							
1FH								
1EH	CTR7	CTR6	CTR5	CTR4	CTR3	CTR2	CTR1	CTR0

寄存器0AH,0BH:模拟量通道的数字量输出(DA11～DA0为12位数字信号量)

寄存器0CH,0DH:模拟量输出参考电压选择：

DAI/E（0：内部参考电压；1：外部参考电压)

DA5/10(0：内部-5V参考电压；1:内部-10V参考电压)

寄存器0EH,0FH： DO0～DO7　8位数字量输出

寄存器12H,13H： 分频器预置数（低16位）

寄存器14H,15H： 分频器预置数（高16位）

寄存器16H,17H: 测频器使能标志位，置1为启动测频器，置0为停止测频器。
注：在使用定时器之前需要禁止该标志位
寄存器1CH,1DH: 操作此寄存器之前必须通过寄存器1E，1F来设置工作方式

计数器控制寄存器1EH,1FH:

CTR7	CTR6	CTR5	CTR4	CTR3	CTR2	CTR1	CTR0

CTR7 CTR 6 计数器选择
0 0 计数器

CTR5 CTR4
0 0 锁定当前计数器，CPU读操作
0 1 读/写计数器低8位
1 0 读/写计数器高8位
1 1 自动先读计数器低8位，再读高8位

CTR3 CTR2 CTR1
0 0 0 方式0 计数结束中断
0 0 1 方式1 可编程频率发生器
X 1 0 方式2 频率发生器
X 1 1 方式3 方波频率发生器
1 0 0 方式4 软件触发的选通信号
1 0 1 方式5 硬件触发的选通信号

CTR0
0 二进制方式
1 BCD记数

附录 2 寄存器使用说明

地址	寄存器说明	寄存器操作
00～01H 寄存器	模拟/数字转换数据及通道数	当此寄存器在读操作时，高 4 位为通道数，低 12 位为转换数据。 当此寄存器在写操作时，启动 A/D 转换。
02～03H 寄存器	增益设置寄存器	此寄存器不能读操作 当此寄存器在写操作时，设置相应通道的增益值，单端或差分，单极性或者双极性。
04～05H 寄存器	模拟量起始，结束通道设置	此寄存器不能读操作 当此寄存器在写操作时，可以自行设置起始通道和停止通道。（例，开始通道为 4，结束通道为 8，并且 4 号和 5 号为差分。采集顺序为 4，4，6，7，8，4，4，6…）此寄存器配合增益设置寄存器设置各通道增益数据并将增益数据存入 SRAM(例如设置通道 5 增益为 4，并且是单端，单极性。如下操作过程：设置此寄存器起始通道为 5，停止通道为 5，然后将增益设置寄存器中写 02)
06～07H 寄存器	状态寄存器	当此寄存器在读操作时，可以读到 M_EN,IRQ,F/F,F/H,F/E,MS,CNT0,ONE/FH,IRQEN,GATE,EXT,PACER,SW 具体含义参看具体寄存器说明。 当此寄存器在写操作时，只可以写 CNT0,ONE/FH,IRQEN,GATE,EXT,PACER,SW 寄存器
08～09H 寄存器	软件清除中断和 FIFO	对此寄存器有写动作就可实现中断清除和 FIFO 的复位
0A～0BH 寄存器	模拟量输出	只写寄存器，写操作时 D/A 输出 DA11～DA0
0C～0DH 寄存器	模拟量输出参考电压选择	只写寄存器，DA 数字参考电压选择
0E～0FH 寄存器	TTL 数字量输入输出	读操作时为 TTL 数字量输入，写操作时为 TTL 数字量输出
10～11H 寄存器	Board ID	只读寄存器 Board ID
12～13H 寄存器	分频器预置数（L）	只写寄存器，分频器寄存器的低 16 位字节
14～15H 寄存器	分频器预置数（H）	只写寄存器，分频器寄存器的高 16 位字节
16～17H 寄存器	测频器寄存器	读操作，测频器寄存器的低 16 位字节；写测频器使能启动或禁止测频器
18～19H 寄存器	测频器寄存器	读操作，测频器寄存器的高 16 位字节
1C～1DH 寄存器	计数器	此寄存器可读可写
1E～1FH 寄存器	计数器控制	此寄存器设置计数器工作方式和指定计数器